

## Porovnání stimulace silových schopností prostřednictvím cvičení na labilních a stabilních plochách

### Comparison of strength training on unstable and stable surfaces for muscle strength development

Radim Jebavý, Tomáš Perič, Jiří Baláš, Miroslav Petr

Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, Praha

#### **Abstrakt:**

*Práce se zabývá porovnáním a ověřením účinnosti didaktického programu cvičení na labilních a stabilních plochách pro stimulaci silových schopností. Experimentální studie se zúčastnilo 50 rekreačních sportovců, kteří byli náhodně rozděleni do skupin se silovým programem na labilních nebo stabilních plochách. Pohybový program trval 10 týdnů a obsahoval 22 cvičebních jednotek (2–3 cvičební jednotky/týden v délce 45–60 min). Sledována byla vytrvalostní síla horních i dolních končetin v dynamickém i statickém režimu na počátku, uprostřed a na konci intervenčního období.*

*Výsledky studie ukazují, že silový program na stabilních i labilních plochách vedl k významnému nárůstu vytrvalostní síly u obou skupin. Účastníci silového programu na labilních plochách zaznamenali výrazně vyšší nárůst vytrvalostní síly v dynamickém režimu po prvních 5 týdnech intervence než skupina cvičící na stabilních plochách. V druhé části silového programu jsme neshledali významné rozdíly v přírůstku síly mezi skupinami.*

#### **Abstract:**

*In our work we sought to verify the effectiveness of a didactic programme of exercise on unstable surfaces for stimulation of strength abilities, compared to a similar didactic programme conducted on stable surfaces, thus creating an alternative choice for coaches, teachers, and sports instructors. A major element of the didactic process is the quality of the strength training programme on stable and unstable surfaces.*

*The sample of probands was selected from a population of college and recreational and active athletes from Prague. The group was made up of men aged 20 to 35 ( $n = 50$ ). The probands were randomly assigned to two groups. From a methodological point of view, this was a single-factor, two-level experiment. The experimental factor was represented by a specific strength programme (exercise on unstable surfaces, exercise on a stable base, without any exercise programme). The movement programme lasted 10 weeks and contained 22 exercise units.*

*When evaluating the overall results of the tests before and after the experimental programme, we come to be of the opinion that the experimental programme manifested itself positively in effectiveness of stimulating strength abilities.*

*Based on the results of our experiment, it was shown that the strength programme affected an increase in the duration of strength in both dynamic and static regimens. With the strength programme on unstable surfaces there was a tendency towards greater increases in the number of repetitions as opposed to the programme on stable surfaces at the beginning of the programme for exercise in a dynamic regimen. This can be applied in dynamic development as well as in a didactic process.*

**Klíčová slova:** Silový program, labilní plochy, didaktický proces, hluboký stabilizační systém

**Key words:** Strength program, unstable surfaces, diactic program, deep stabilisation system

Projekt je součástí SVV 265602.

## ÚVOD

Problematika efektivity silového tréninku je stále více v popředí sportovní přípravy a je považována za její významné kritérium. Současná sportovní praxe klade nároky na všechny složky sportovní přípravy, neustále dochází ke zvyšování tréninkového zatížení, zejména v oblasti intenzifikace. To u většiny sportovců vyžaduje vysokou připravenost právě i po silové stránce.

V poslední době se začíná prosazovat stimulace silových schopností a aktivace hlubokého stabilizačního systému prostřednictvím labilních ploch. Kolář & Lewit (2005) a Potvin & Benson (2003) zdůrazňují, že nestabilní plochy při cvičení vedou na rozdíl od stabilního podkladu ke zvýšené činnosti hlubokého stabilizačního systému (dále jen HSS) a rovněž vyšší koncentraci pro provedení cviku. Podle autorů, kteří se danou problematikou zabývají (Ruiz & Richardson, 2005, Kyungmo at al., 2009, Potvin & Benson, 2003, Yaggie & Campbell, 2006), jsou svaly při silových cvičeních na nestabilních plochách na rozdíl od stabilních podložek zapojeny do činnosti v různém čase i různém pořadí. Při udržování rovnováhy na nestabilních plochách se při silovém cvičení do regulace pohybu ve větší míře zapojují i receptory pohybových orgánů – proprioreceptory (Čierná at al., 2010). Proprioreceptory (svalová vřeténka, šlachová tělíska) neustále vysílají do CNS informace o aktuálním stavu každého svalu. Díky tomu jsou naše pohyby přesně usměrněny co se rozsahu a intenzity týče, protože neustálé dostředivé vzruchy z těchto receptorů umožňují prostřednictvím CNS stálou kontrolu a úpravu další činnosti svalů podle okamžité situace. Většinou jsou labilní plochy využívány v oblasti rehabilitace a fyzioterapie. Proto byla doposud většina odborných studií zaměřena na efekt cvičení na nestabilních plochách pro rehabilitační účely (Kolář & Lewit, 2005, Suchomel, 2006). Řada sportovců ovšem využívá tento typ tréninku jako doplněk nebo změnu obtížnosti již zavedených silových cvičení.

Někteří autoři (Ruiz & Richardson, 2005, Kyungmo at al., 2009, Yaggie & Campbell, 2006) poukazují na výrazný efekt využívání labilních ploch při zapojení nových motorických jednotek a posturálního svalstva v oblasti HSS trupu. Podle Hamára & Lipkové (1996) se také díky labilním plochám zlepšuje svalová regulace při produkci svalové síly, což se projevuje schopností zapojit v určitém čase vyšší počet motorických jednotek. Koordinací náboru několika motorických jednotek se zvýší i maximální síla kontrakce celého svalu, respektive celých svalových skupin. Zlepšení schopnosti současně aktivovat vyšší počet svalových vláken a motorických jednotek sledoval za pomoci EMG (elektromyografie) Fry a kol. (2004). Podobnou problematikou aktivace svalových skupin při silových cvičeních na nestabilních a stabilních podložkách se zabíralo více autorů (Goodman, 2008, Nuzzo, 2008) a zjistili, že u nich nebyl rozdíl ve svalové aktivaci při cvičení s činkami na labilní podložce a lavičce. Rovněž však konstatovali nejednoznačné závěry studií na dopad silového tréninku na labilní a stabilní podložce. Na základě těchto východisek se v literatuře (i ve sportovní praxi a didaktickém procesu) objevují otázky, jestli přináší stimulace silových schopností založená na cvičení na labilních plochách větší efektivitu rozvoje než obdobná cvičení na stabilních podložkách.

Podle uvedených autorů mají silová cvičení na labilních plochách poměrně velký potenciál. Mohou být cestou ke zkvalitnění silové přípravy sportovců, zlepšit funkci HSS jedince a nepřímo přispět k vyšší sportovní výkonnosti.

## Cíl práce

Ověřit účinnost silového programu na labilních plochách pro stimulaci silových schopností v porovnání s obdobným silovým programem realizovaným na stabilní ploše.

## METODIKA

### Charakteristika zkoumaného souboru

Výzkumný soubor byl vybrán z populace vysokoškoláků a pražských rekreačních i aktivních sportovců, jejichž pohybová činnost nebyla soustředována přímo na stimulaci silových schopností. Soubor byl tvořen muži ve věku 20–35 let ( $n = 50$ ). Probandi byli randomizovaně přiděleni do dvou skupin (I. skupina cvičila na nestabilních plochách,  $n = 25$ , II. skupina cvičila na stabilní ploše,  $n = 25$ ).

Z metodologického hlediska se jednalo o jednofaktorový dvouhladinový experiment. Experimentální faktor představoval specifický silový program (cvičení na labilních plochách, cvičení na stabilní ploše). Pohybový program trval 10 týdnů a obsahoval 22 cvičebních jednotek (2–3 cvičební jednotky/týden v délce 45–60 min).

Před zahájením programu bylo provedeno vstupní měření úrovně silových schopností, kontrolní měření bylo provedeno po pěti týdnech a výstupní po ukončení programu.

Po randomizovaném rozdělení do dvou skupin provedla skupina cvičící na nestabilních plochách i skupina cvičící na stabilní podložce test maximální síly z důvodu určení odporu pro intervenční program. Test obsahoval cviky dřep a tlak na lavici. Odpor zatížení během silového programu byl stejný pro všechny účastníky a pohyboval se podle druhu cvičení mezi 30–50 % maxima. Rychlost provedení cviků byla vždy nemaximální, kladl se důraz na plynulý pohyb v excentrické i koncentrické fázi bez zastavení v nejnižší i v konečné pozici. Jedno opakování trvalo 3 s pro provedení dřepu a 2,5 s pro tlaky na lavici a kliky (frekvence opakování byla dána metronomem). Test maximální síly byl proveden dvakrát. Podruhé se uskutečnil po kontrolním měření. Podle jeho výsledků se upravily velikosti odporů u cvičení.

První skupina absolvovala silový program jen na labilních plochách. Druhá absolvovala celý silový program na stabilních plochách s fixováním podpurných tělesných segmentů. Obsahem silového programu obou skupin byla stejná nebo velmi podobná cvičení a prostředky, které byly používány při testování: dřepy, tlaky na lavici a kliky v různých modifikacích. V programu se u obou skupin shodovaly jak počty opakování, tak délka i rychlost provedení jednotlivých cvičení.

### Testování

Silový program byl zahájen i zakončen diagnostikou silových schopností, která se skládala ze šesti motorických testů.

Před zahájením testů proběhlo standardizované rozcvičení. Probandi se po pětiminutovém zahřátí na ergometru rozcvičili pětiminutovým dynamickým protahováním a následným zapracováním jednou sérií v dřepu a tlaku na lavici provedenou s osou činky (20 kg) na 10 opakování. Po rozcvičení byl odpočinek 3 minuty. Testováním probandů jsme zjišťovali hodnoty 6 indikátorů silových schopností – dřepy s činkou (s 50 % hmotnosti probanda), tlaky na lavici (s 40 % hmotnosti probanda) a kliky. Testy byly zaměřeny na projev silové vytrvalosti v dynamickém a statickém režimu. Silový výkon u jednotlivých cvičení byl vždy prováděn do vita maxima. Nejdříve se provedl cvik v dynamickém režimu a po odpočinku následoval stejný cvik ve statickém režimu. Rychlost provedení jednotlivých opakování u dynamického režimu byla dána metronomem. Mezi jednotlivými testy byl vždy tříminutový odpočinek.

### Vyhodnocení výsledků

K charakteristice souboru byla použita deskriptivní statistika (průměry a směrodatné odchylky). Efekt silového programu byl posouzen 3 x 2 (čas x silový program) analýzou rozptylu s opakováním měření, kde čas představoval vnitroskupinový a silový program meziskupinový faktor. Levenův test byl proveden k zjištění homogenity chybového rozptylu v jednotlivých buňkách. Statistická významnost  $\alpha$  byla stanovena na hladině  $p < 0,05$  a  $\eta^2$  bylo uvedeno k hodnocení procenta vysvětlené rozptylu nezávisle proměnnou. K výpočtům a grafickým znázorněním byl použit software SPSS pro Windows (19.0) a Microsoft Excel (2002).

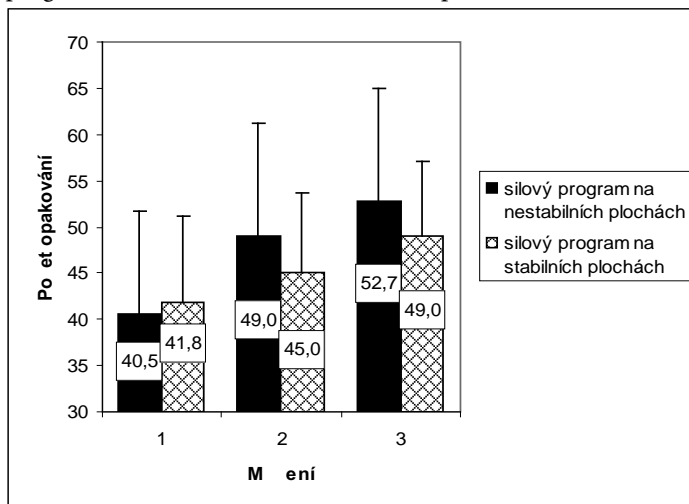
### VÝSLEDKY

Při posuzování celkových výsledků testů před a po silovém programu docházíme k názoru, že vlastní programy se pozitivně projeví v efektivitě stimulace silových schopností. Konkrétní hodnoty testů u jednotlivých výzkumných skupin jsou dále uvedeny s průměry a směrodatnými odchylkami v grafech 1–6.

Faktor času byl významný u všech testů na hladině  $p = 0,000$ ,  $\eta^2$  se pohybovala v rozmezí 0,27–0,77. U obou programů jsme mohli konstatovat významné změny sledovaných proměnných mezi prvním a závěrečným měřením. Rozdíl působení silového programu na výsledky testů můžeme posuzovat na zá-

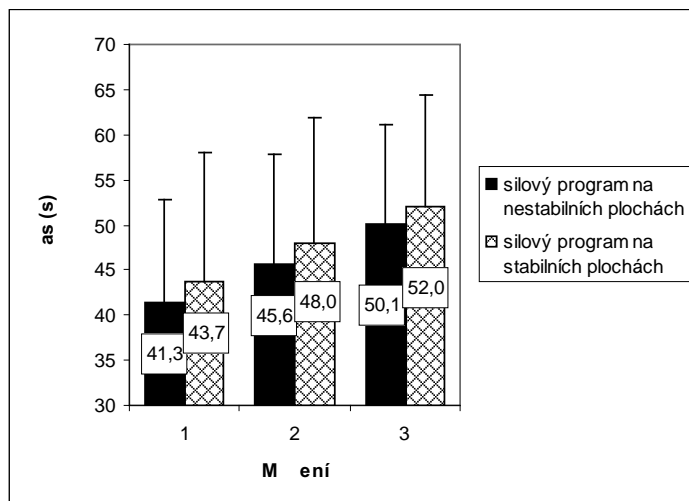
kladě interakce času a silového programu. Významnou interakci jsme zaznamenali pro dynamický dřep  $p=0,000$ ;  $\eta^2=0,36$ , dynamické tlaky s činkou  $p=0,004$ ;  $\eta^2=0,19$ , a kliky  $p=0,013$ ;  $\eta^2=0,15$  pouze mezi prvním a druhým měřením. Mezi druhým a třetím měřením k žádné významné interakci nedošlo.

Graf 1: Průměrné výsledky a směrodatné odchylky u opakovaného měření dynamického dřepu pro skupiny se silovým programem na stabilních a nestabilních plochách



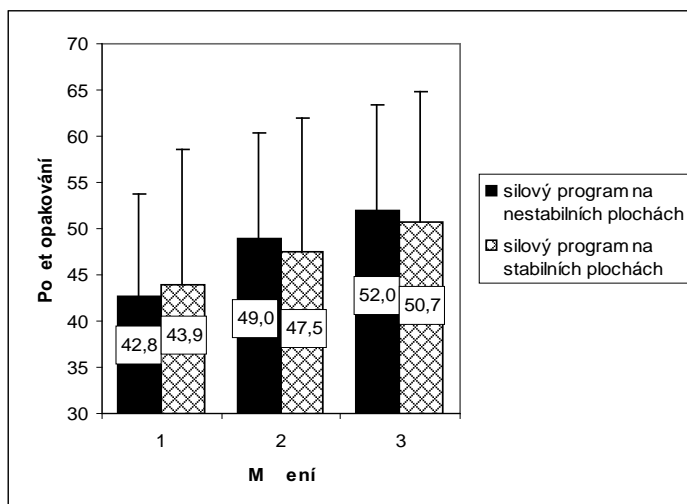
Na grafu č. 1 vidíme, že v testu dynamické dřepy se během intervence průměrně zlepšila skupina cvičící na nestabilních plochách (dále jen NP) o 12,2 opakování, skupina cvičící na stabilní podložce (dále jen SP) se průměrně zlepšila o 7,2 opakování oproti vstupním hodnotám. Ve výsledcích tohoto testu jsou patrné nejvyšší přírůstky ze všech testových položek. Na grafu je rovněž zřejmý větší rozdíl přírůstků jen mezi 1. a 2. měřením.

Graf 2: Průměrné výsledky a směrodatné odchylky u opakovaného měření statického dřepu pro skupiny se silovým programem na stabilních a nestabilních plochách



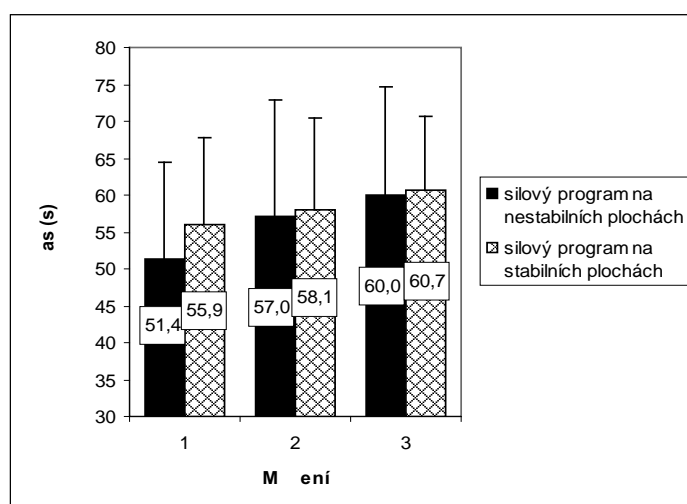
Na grafu č. 2 pozorujeme, že v testu statický dřep se během intervence NP průměrně zlepšila o 8,8 s a SP o 8,3 s oproti vstupním hodnotám.

Graf 3: Průměrné výsledky a směrodatné odchylky u dynamického tlaku s činkou pro skupiny se silovým programem na stabilních a nestabilních plochách



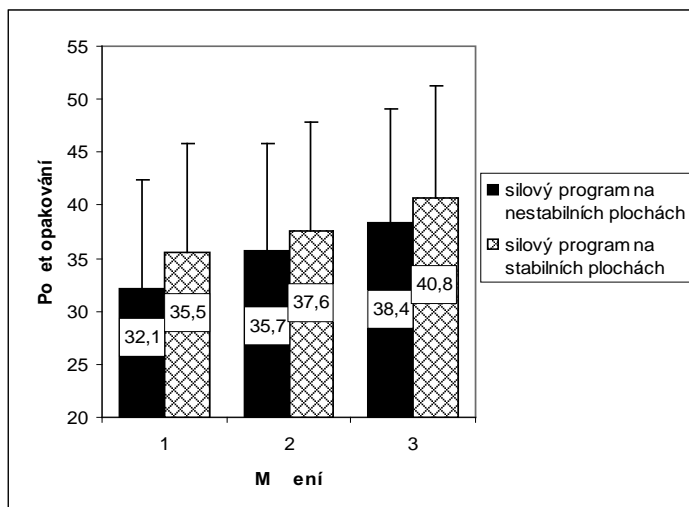
Graf č. 3 ukazuje, že v testu dynamické tlaky na lavičce se během intervence NP průměrně zlepšila o 9,2 opakování a SP o 6,8 opakování oproti vstupním hodnotám.

Graf 4: Průměrné výsledky a směrodatné odchylky u statického tlaku s činkou pro skupiny se silovým programem na stabilních a nestabilních plochách



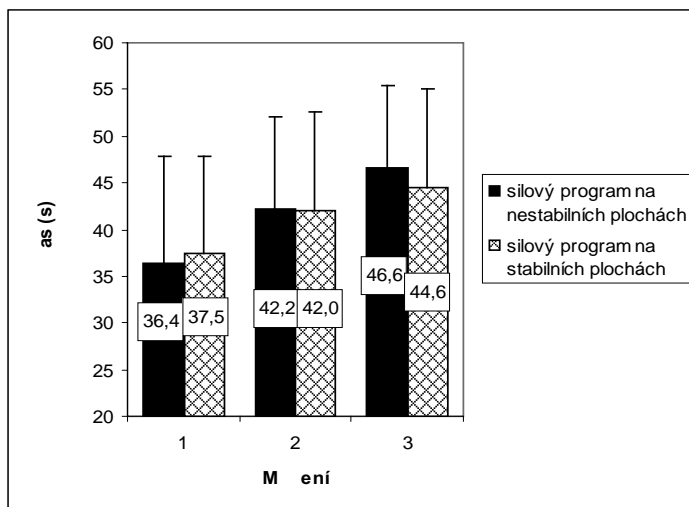
Z grafu č. 4 konstatujeme, že v testu statický tlak na lavičce se během intervence NP průměrně zlepšila o 8,6 s a SP o 4,8 s oproti vstupním hodnotám.

Graf 5: Průměrné výsledky a směrodatné odchylky u dynamických kliků pro skupiny se silovým programem na stabilních a nestabilních plochách



Graf č. 5 ukazuje, že v testu dynamické kliky se během intervence NP průměrně zlepšila o 6,3 opakování a SP o 5,3 opakování oproti vstupním hodnotám.

Graf 6: Průměrné výsledky a směrodatné odchylky u statických kliků pro skupiny se silovým programem na stabilních a nestabilních plochách



Na grafu č. 6 vidíme, že v testu statický klik se během intervence NP průměrně zlepšila o 10,2 s a SP o 7,1 s oproti vstupním hodnotám.

Nárůsty přírůstků jsou u skupiny NP oproti skupině SP statisticky i věcně významné jen v první části silové intervence u dynamických cvičení (grafy 1, 3, 5). U NP jsme konstatovali, že oproti SP se největších rozdílů dosáhlo po prvních pěti týdnech silového programu hlavně v testech dynamické dřepy (NP má průměrný přírůstek 8,5 opakování a SP 3,2 opakování), pak dynamické tlaky na lavici (NP má průměrný přírůstek 6,2 opakování a SP 3,6 opakování) a nakonec dynamické kliky (NP má průměrný pří-

růstek 3,6 opakování a SP 2,1 opakování, grafy č. 1, 3, 5). U statického provedení (grafy 2, 4, 6) žádné statisticky a věcně významné rozdíly nenastaly.

## DISKUZE

Cílem studie bylo ověření účinnosti silového programu na labilních plochách pro stimulaci silových schopností v porovnání s obdobným silovým programem realizovaným na stabilní ploše.

Mezi oběma experimentálními skupinami jsme zaznamenali významné rozdíly mezi prvním a druhým měřením u dynamického charakteru cviků. Shodujeme se s literaturou, že silový program má vliv na stimulaci silových schopností i u populace rekreačních sportovců Fleck & Kraemer (1987), Baechle & Earle (2008). Naše rozdíly jsme zaznamenali jen v prvních pěti týdnech silového programu a pouze u silové vytrvalosti v dynamickém režimu cviků. Při výstupním měření po deseti týdnech se rozdíly mezi skupinami téměř nevyskytovaly. V porovnání s publikacemi Ruiz & Richardson (2005), Kyungmo at al. (2009), Yaggie & Campbell (2006), Goodman (2008) Čierná et al. (2010) je možný rozdíl mezi skupinou NP a SP způsobený díky náboru nových motorických jednotek, tedy zvýrazněné vnitrosvalové a mezi-svalové koordinace. Podle Koláře & Lewita (2005) je rozdíl možný i zvýšenou koncentrací na provedení cviku. Další otázka ovlivnění našich výsledků se týká energetického výdeje. Existují názory, že u cvičenců na labilních plochách je energetický výdej vyšší. Výsledky skupiny cvičící na labilních plochách by tedy mohly být částečně ovlivněny i energetickým výdejem i vzhledem k tomu, že naše silové testy mají silově-vytrvalostní režim. Studie Zemkové (2010) se touto problematikou zabývá. Zemková porovnávala energetický výdej skupin cvičenců na labilním a stabilním podkladě při dřepu a tlaku s činkou. Její výsledky ukazují, že za 1 minutu cvičení byl energetický výdej velmi podobný. Na labilních podložkách byl vždy energetický výdej oproti stabilním podložkám o něco vyšší. Jednalo se ale o věcně nevýznamné rozdíly (27,5 kJ ku 25,0 kJ ve dřepu a 22,1 kJ ku 18,7 kJ při tlaku s činkou).

Rovněž se dle Yaggie & Campbell (2006), Koláře & Lewita (2005) a Kyungmo at al. (2009) může jednat o rychlejší a kvalitnější aktivaci HSS v oblasti páteře, který se na labilních plochách pravděpodobně může stimulovat výrazněji než na stabilních podložkách. V druhé části experimentu jsou rozdíly mezi NP a SP již minimální. U statického provedení cviků dokonce žádné rozdíly mezi skupinami nepozorujeme. Můžeme se tedy domnívat, že výraznější efekt pro vytrvalostní silovou přípravu u dynamického režimu cvičení zpočátku intervence se po déletrvající aplikaci postupně vytrácí a cvičení na labilních plochách přestává být efektivní. Podle výsledků se jeví, že pro statický režim cviků nemají silová cvičení na labilních plochách oproti stabilním ploše z hlediska zvýšení přírůstků žádný význam.

Naše zjištění je částečně v souladu s výzkumem Čierné et al. (2010). Sledovala změny v projevech maximální síly v tlaku na stabilním a labilním podkladě. Neshledala významné rozdíly maximální síly v 1 RM mezi tlakem na lavici a na velkém míči. Dokonce se projevovaly tendence vyšších výkonů při použití stabilní podložky oproti labilní. Při tlaku na lavici naměřila hodnoty  $81,33 \pm 12,74$  kg oproti  $80,67 \pm 14,62$  tlaku na velkém míči.

Z výsledků studie Wahl & Behm (2008), kteří hodnotili EMG aktivitu několika svalových skupin během cvičení na stabilních podložkách a nestabilních plochách (Dyna Disc, BOSU, velký míč, nestabilní deska) u několika základních cviků (výpady vpřed, výpady stranou, extenze kyčle a další), vyplývá, že u dlouhodobě silově trénovaných jedinců nepředstavují cviky na nestabilních plochách adekvátní stimul pro nervosvalový systém. Balanční cviky mají zejména u tohoto stupně trénovanosti nižší potenciál nárůstu svalové síly než cviky na stabilní podložce, u kterých může být díky tomu využita vyšší intenzita cvičení. S podobným výsledkem přichází i studie Hamlyn et al. (2007), kde byla zjištěna vyšší EMG aktivita svalstva trupu u klasických cviků jako je dřep s činkou nebo mrtvý tah ve srovnání s nestabilními cvičeními. Autoři studie poukazují, že u silově trénovaných jedinců nemá tento typ tréninku dostatečný stimulační efekt na zvýšení síly svalstva trupu jako klasické cviky.

Námi naměřené hodnoty můžeme vztáhnout pouze k populaci mužů mezi 20–35 rokem, kteří se silovému tréninku pravidelně nevěnují. Určitě by bylo zajímavé porovnat výsledky stejného nebo podobného experimentu zaměřeného na vytrvalostní sílu (nebo i další silové projevy) u výkonnostních nebo vrcholových jedinců s pravidelnou silovou přípravou. Do našeho experimentu bylo původně plánováno

začlenit i skupinu vrcholových závodníků, kteří provádějí silovou přípravu pravidelně. Nakonec ale jejich silová příprava nesplňovala podmínky našeho experimentu, a proto nebylo možné zařadit jejich výsledky do této studie.

## ZÁVĚRY

Na základě výsledků našeho experimentu se ukázalo, že silový program měl vliv na zvýšení vytrvalostní síly v dynamickém i statickém režimu u obou skupin. U silového programu na labilních plochách byl statisticky i věcně významný rozdíl vyššího přírůstku počtu opakování oproti intervenci na stabilní ploše v počátku programu u cvičení v dynamickém režimu. V druhé části experimentu se hodnoty přírůstků obou skupin výrazněji neodlišovaly. Naše výsledky ukazují, že silová cvičení na labilních plochách jsou stejně efektivní jako tradiční cvičení na stabilních plochách. V počátcích cvičení na labilních plochách můžeme očekávat vyšší nárůst vytrvalostní dynamické síly, což lze zohlednit jak ve sportovní, tak i v didaktické praxi.

## Literatura

- BAECHLE, T. R. & EARLE, R.W. (2008). *Essentials of Strength Training and Conditioning*. Champaign: Human Kinetics.
- ČIERNÁ, D., ZEMKOVÁ, E., VANDERKA, M. & KAMPMILLER, T. (2010). Atletika 2010. In VINDUŠKOVÁ, J. Špecifická kondičného posilňovania v kombinácii s fitoptou (s. 151 – 156). Praha: UK FTVS.
- FLECK, S. J. & KRAEMER, W. J. (1987). *Designing resistance training programs*. Champaign: Human Kinetics.
- FRY, A. C. et al. (2004). Performance decrements with high intensity resistance exercise overtraining. In MORAVEC, R. et al. *Teória a didaktika športu* (s. 86). Bratislava: Fakulta telesnej výchovy a športu Univerzity Komenského.
- GOODMAN, C. A. (2008). No difference in 1RM strength and muscle activation during the barbell chest press on a stable and unstable surface. *Journal of strength and conditioning research*, r. 22, č. 1, s. 88-94.
- HAMÁR, D. & LIPKOVÁ, J. (1996). *Fyziológia telesných cvičení*. Bratislava: UK.
- HAMLYN, N., BEHM, D. G., & YOUNG, W. B. (2007). Trunk muscle activation during dynamic weight-training exercises and isometric instability activities. *Journal of strength and conditioning research*, r. 21, č. 4, s. 1108 - 1112.
- KOLÁŘ, P. & LEWIT, K. (2005). Význam hlubokého stabilizačního systému v rámci vertebrogenních obtíží. *Neurologie pro praxi*, r. 15, č. 5, s. 270 – 275.
- KYUNGMO H., RICARD, M. D. & FELLINGHAM, G.W. (2009). Effects of a 4-Week Exercise Program on Balance Using Elastic Tubing as a Perturbation Force for individuals. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. With a History of Ankle Sprains, r. 39, č. 4, s. 246-255.
- NUZZO, J. L. (2008). Trunk muscle activity during stability ball free weight exercises. *Journal of strength and conditioning research*, r. 22, č. 1, s. 95-102.
- POTVIN, A. & BENSON, CH. (2003). *The Great Balance + Stability Handbook*. Blaine: Prudictive Fitness Produkt Inc.
- RUIZ, R. & RICHARDSON, M. T. (2005). Functional balance training using a domed device. *Strength Conditioning Journal*, r. 27, č. 1, s. 50-55.
- SUCHOMEL, T. (2006). Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, r. 2006, č. 3, s. 112 – 124.
- WAHL, M. J., & BEHM, D. G. (2008). Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. *Journal of strength and conditioning research*, r. 22, č. 4, s. 1360 - 1370.
- YAGGIE, J. A. & CAMPBELL, B. M. (2006). Effects of balance training on selected skills. *Journal of strength and conditioning research*, r. 20, č. 6, s. 422 - 428.



ZEMKOVÁ, E., DZURENKOVÁ, D. & KOVÁČIKOVÁ, Z. (2010). Energy demand of barbell chest presses and square performed on stable and unstable surfaces. IN RAZ-LIEBERMANN, T. et al. *Exercise and sport science* (s. 123). Tel Aviv: ISHPES.